

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ ТОВАРНЫХ БЕНЗИНОВ НА ПАВЛОДАРСКОМ НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ

В.А. Чузлов¹, Э.Д. Иванчина¹, Г.Ж. Сейтенова², А.Ю. Тюменцев¹, Р. Дюсова¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
г. Павлодар, Республика Казахстан

Одной из наиболее сложных и многофакторных задач в области переработки нефтяного сырья является определение оптимальных соотношений потоков смешения с учетом их качества и количества в процессе производства товарных бензинов. Определение соотношений компонентов смешения при учете изменения состава и свойств углеводородного сырья, поступающего на переработку, а также оптимальные технологические режимы на стадиях каталитической переработки сырья позволят снизить себестоимость товарных продуктов за счет снижения их запаса по качеству.

На рисунке 1 представлена упрощенная схема производства автомобильных бензинов различных марок.

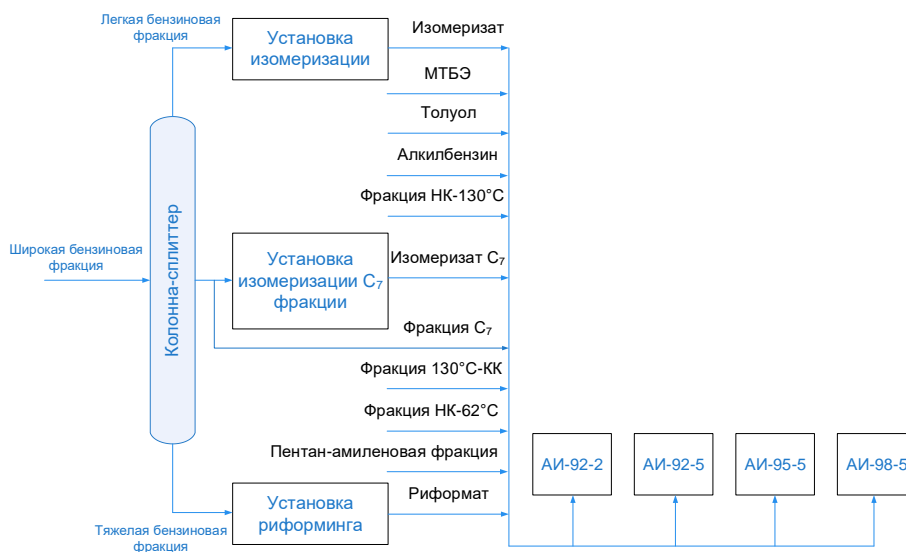


Рис. 1 Схема процесса производства автомобильных бензинов

От углеводородного состава широкой бензиновой фракции, а именно, от содержания в ней бензола и бензол-образующих компонентов, а также компонентов C_{7+} зависит как режим работы колонны-сплиттера, так и оптимальные соотношения компонентов смешения, которые необходимо строго поддерживать для обеспечения устойчивого производства товарной продукции с минимальным запасом по требуемому качеству и в заданном количестве.

Для определения состава и свойств товарных бензинов различных марок использовалась предложенная математическая модель процесса компаундирования, учитывающая законы неаддитивности при смешении октановых чисел и давления насыщенных паров компонентов смешения [1]. Исходными данными для модели смешения являются углеводородные составы компонентов, поступающих на компаундирование. Результаты расчетов представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1

Рецептуры бензинов марки АИ-92 (5 класс)

Компонент	Соотношение компонентов, мас. %		
	1	2	3
Алкилбензин	2,23	2,23	2,23
Изомеризат	30,93	33,03	34,93
Метил-трет-бутиловый эфир	4,88	4,88	3,28
Риформат	40,62	23,02	34,62
Толуол	3,00	12,85	6,00
Фракция 130°C-КК	7,11	7,71	7,11
Фракция НК-130 °C	0,93	0,93	0,93
Фракция НК-62 °C	10,30	15,35	10,90

Таблица 2

Рецептуры бензинов марки АИ-95 (5 класс)

Компонент	Соотношение компонентов, мас. %		
	1	2	3
Алкилбензин	1,70	1,70	1,70
Изомеризат	25,42	30,42	28,42
Метил-трет-бутиловый эфир	10,25	7,65	10,25
Пентан-амиленовая фракция	3,53	3,53	3,53
Риформат	38,67	23,27	34,67
Толуол	2,85	12,85	3,30
Фракция 130°C-КК	9,88	10,28	9,88
Фракция НК-130 °C	1,40	1,40	1,40
Фракция НК-62 °C	6,30	8,90	6,85

- 1 – Проектное сырье состава;
- 2 – Сырье с высоким содержанием бензола и бензол-образующих компонентов;
- 3 – Сырье с высоким содержанием углеводородов C_{7+} .

Таким образом, учет стадий производства компонентов смешения товарных бензинов позволяет корректировать оптимальные соотношения потоков в процессе производства товарной продукции в условиях изменения их показателей качества. Предложенное техническое решение отбора бокового погона и его дальнейшая переработка в процессе изомеризации C_7 – фракции с рециркуляцией неразветвленных гептанов позволяет на 4,5 % объемных увеличить использование низкооктановых фракций за счет повышения их эксплуатационных свойств.

Литература

1. Ivanchina E.D., Dolganov I.M., Chuzlov V.A., Belinskaya N.S. Intensification of flow blending technology in the production of motor fuels by method of mathematical modelling // Chemical Engineering and Processing: Process intensification. – 2017 – Vol. 122. – p. 415–424.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРФИРИНОВ НА НЕФТЯНУЮ ДИСПЕРСНУЮ СИСТЕМУ

Е.Н. Шатова, К.Б. Кривцова

Научный руководитель - инженер К.Б. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В течение длительного времени черное золото по ряду причин привлекает к себе особое внимание исследователей всего мира. Во-первых, нефть нужна для получения различных видов топлива, в том числе и автомобильных. Во-вторых, нефть – это важнейшее химическое сырьё для создания органических материалов, необходимых человеку в повседневной жизни. В-третьих, нефть – это сырьё для нефтехимического синтеза полимерных материалов. Известно, что запасы лёгкой нефти истощаются и актуальным является вопрос извлечения и изучения в полной мере тяжёлого нефтяного сырья, а также взаимодействие его с другими веществами.

Нефть содержит различные группы соединений: основу составляет смесь парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов, также присутствуют гетеропроизводные: кислород-, серо- и азотсодержащие соединения и некоторые другие вещества. Одной из наиболее важных групп являются азотистые соединения, которые в большей степени сосредотачиваются в тяжёлых остатках. Азотистые соединения содержатся в нефти в виде низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Так, в бензиновой фракции содержатся низкомолекулярные соединения. Они представлены соединениями анилина, аминов и амидов. Тяжёлые остатки нефти представлены высокомолекулярными соединениями: смолисто-асфатовой частью и порфиринами. В дизельной фракции находятся как низкомолекулярные соединения, так и высокомолекулярные азотсодержащие соединения. Азотистые соединения являются поверхностно-активными веществами, отрицательно влияют на стабильность нефтепродуктов, склонны к образованию продуктов осмоления (ухудшают эксплуатационные свойства дизельных и реактивных топлив).

Среднее содержание азота в нефти колеблется в пределах от 0,001 масс. % до 1,8 масс. %, достигая 10 масс. % в высокосмолистых нефтях. В лёгких фракциях нефти азотистые соединения вовсе отсутствуют или находятся в малых количествах. На данный момент азотистые соединения в нефти изучены не в полной мере для наглядного представления их свойств, а также до сих пор не известны механизмы взаимодействия с другими группами углеводородов. Основными и главными представителями азотсодержащих соединений являются порфирины. Порфирины — это тетрапиррольные соединения, производные порфина, образованного четырьмя пиррольными ядрами. При помощи порфиринов происходят важнейшие функции в живой природе (транспорт электронов, фотосинтез). Они оказывают большое влияние на нефтяную дисперсную систему. Порфирины, обладая свойствами поверхностно-активных веществ, уменьшают поверхностное натяжение системы, тем самым уменьшая смачиваемость и повышая нефтеотдачу пласта. Металлпорфирины в нефтях образуют ассоциаты с асфальтенами, характерным свойством которых является их способность к осаждению при определенных условиях в процессе добычи, транспортировки и переработки нефти. Таким образом, чем больше концентрация порфиринов в нефти, тем легче и менее затратно будет извлечение нефти из коллектора. В связи с этим, изучение содержания порфиринов в сырой нефти является важной составляющей на этапе нефтедобычи, так как полученные сведения сыграют большую роль в увеличении нефтеотдачи.

Природный источник металлпорфиринов – это тяжелая нефть, которая содержит большое количество асфальтенов и смол. Металлпорфирины можно экстрагировать из нефти, но в данном случае в экстракт попадет углеводородная и гетероатомная часть, которая в дальнейшем затруднит их исследование. По этой причине металлпорфирины выделяют из асфальтенов и смол, поскольку в них сконцентрирована основная масса порфиринов, что позволяет получить чистые экстракты порфиринов.

Порфирины могут обладать слабоосновными или кислотными свойствами. Свойствами слабых оснований порфирины обладают, если присутствует третичный азот в двух пирроловых кольцах. Порфирины могут быть и кислотами, если в их составе содержатся карбоксильные группы в одной или нескольких боковых цепях. Одним из наиболее важных свойств порфиринов является их способность образовывать комплексы с ионами металлов [2].

Уникальные свойства соединений порфиринового ряда делают их одним из интереснейших классов находящихся в нефти веществ. На сегодняшний день, это единственные идентифицированные металлсодержащие нефтяные компоненты. Единственными изученными на сегодняшний момент представителями металлпорфиринов являются ванадиевые и никелевые структуры. Выделяют нефти ванадиевого типа ($V > Ni$) и никелевого типа ($Ni >$